

الصفحة 1 8	<b>الإمتحان الوطني الموحد للبيكالوريا</b> <b>الدورة العادية 2015</b> <b>- الموضوع -</b>		المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه
	NS 30		
4	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و(ب)	الشعبة أو المسلك

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة

يتضمن الموضوع أربعة تمارين : تمرين في الكيمياء و ثلاثة تمارين في الفيزياء

#### الكيمياء: (7 نقط)

- معايرة حمض و تصنيع إستر .
- دراسة العمود نيكل - كوبالت .

#### الفيزياء: (13 نقطة)

■ التحولات النووية (2,25 نقط):

- تفاعلات الاندماج والانشطار.

■ الكهرباء (5,25 نقط) :

- دراسة ثنائيات القطب: RL و RC و RLC .
- تضمين الوسع لإشارة جيبية .

■ الميكانيك (5,5 نقط) :

- دراسة السقوط الرأسي باحتكاك لكرية.
- الدراسة الطاقية لنواس مرن.

B

الكيمياء: (7 نقط) الجزء الأول و الثاني مستقلان

الجزء الأول: معايرة حمض وتصنيع إستر

يستعمل حمض الإيثانويك في تصنيع كثير من المواد العضوية من بينها زيت الياسمين (إيثانوات البنزويل)، و هو إستر يستعمل في صناعة العطور، يمكن تحضيره في المختبر انطلاقا من التفاعل بين حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  والكحول البنزيلي  $C_6H_5 - CH_2 - OH$ .  
يهدف هذا الجزء إلى دراسة معايرة محلول مائي لحمض الإيثانويك بواسطة محلول قاعدي ودراسة تفاعل هذا الحمض مع الكحول البنزيلي.

معطيات :

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة  $25^\circ C$ .

المركب العضوي	الكتلة المولية $(g \cdot mol^{-1})$
حمض الإيثانويك	60
الكحول البنزيلي	108
إيثانوات البنزويل	150

1- معايرة حمض الإيثانويك

نحضر محلولاً مائياً  $(S_A)$  لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  حجمه  $V = 1L$  وتركيزه المولي  $C_A$  بإذابة كمية من هذا الحمض كتلتها  $m$  في الماء المقطر.

نعير، بتتبع قياس pH، الحجم  $V_A = 20 mL$  من المحلول  $(S_A)$  بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم  $(S_B)$  تركيزه المولي  $C_B = 2.10^{-2} mol \cdot L^{-1}$ .

1-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمجة للتحويل الحاصل أثناء هذه المعايرة. 0,25

1-2- اعتماداً على القياسات المحصل عليها، تم خط المنحنى  $(C_1)$  الذي يمثل  $pH = f(V_B)$  و المنحنى  $(C_2)$  الذي

يمثل  $\frac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$  (الشكل صفحة 3/8) حيث يمثل  $V_B$  حجم المحلول  $(S_B)$  المضاف.

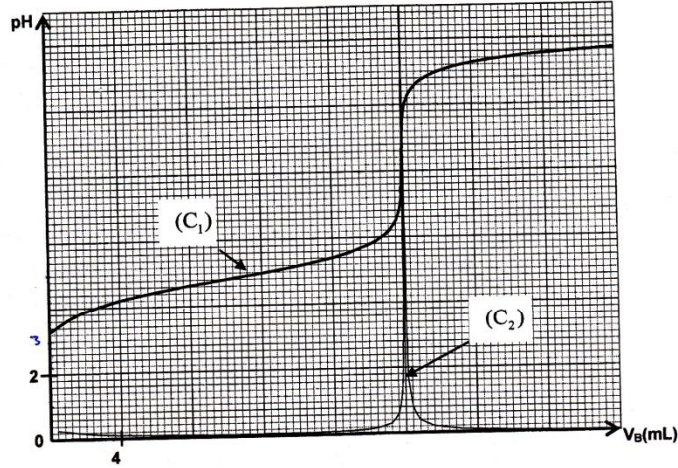
1-2-1- عين الحجم  $V_{BE}$  لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ. 0,25

1-2-2- أوجد قيمة الكتلة  $m$  اللازمة لتحضير المحلول  $(S_A)$ . 0,75

1-3- بين أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء تفاعل محدود. 0,5

1-4- أثبت، بالنسبة لحجم  $V_B$  مضاف قبل التكافؤ، التعبير:  $V_B \cdot 10^{-pH} = K_A \cdot (V_{BE} - V_B)$  مع  $V_B \neq 0$  ثم استنتج 0,75

قيمة  $pK_A$  للمزدوجة  $CH_3COOH / CH_3COO^-$ .



2- تصنيع إستر

نحضر خليطاً يتكون من  $m_{ac} = 6 \text{ g}$  من حمض الإيثانويك و  $m_{al} = 10,80 \text{ g}$  من الكحول البنزيلي  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ . في ظروف تجريبية معينة، نسخن الخليط بالارتداد بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز و بعض حصى الخفان. نحصل عند نهاية التفاعل على كتلة  $m = 9,75 \text{ g}$  من إيثانوات البنزيل.

2-1- اكتب المعادلة الكيميائية الممنهجة لتفاعل الأسترة. 0,25

2-2- احسب المردود  $r_1$  لتفاعل الأسترة. 0,5

2-3- في نفس الظروف التجريبية السابقة، نعيد التجربة باستعمال  $n_{ac} = 0,10 \text{ mol}$  من حمض الإيثانويك

و  $n_{al} = 0,20 \text{ mol}$  من الكحول البنزيلي. أوجد المردود  $r_2$  لتفاعل الأسترة في هذه الحالة.

2-4- بمقارنة  $r_1$  و  $r_2$ ، ماذا تستنتج؟ 0,5

الجزء الثاني : دراسة العمود نيكل - كوبالت

يرتكز اشتغال عمود كيميائي على تحويل جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن التحولات الكيميائية إلى طاقة كهربائية. ندرس في هذا الجزء العمود: نيكل - كوبالت.

معطيات :

- الكتلة المولية للنيكل :  $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$

- ثابتة فرادي :  $1F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل :  $\text{Ni}_{(s)} + \text{Co}_{(aq)}^{2+} \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} \text{Ni}_{(aq)}^{2+} + \text{Co}_{(s)}$  هي  $K = 10^2$  عند  $25^\circ \text{C}$ .

ننجز عموداً بغمر صفيحة من النيكل في كأس تحتوي على الحجم  $V = 100 \text{ mL}$  من محلول مائي لكبريتات النيكل II  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$  تركيزه المولي البدئي  $C_1 = [\text{Ni}_{(aq)}^{2+}]_i = 3.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  و صفيحة من الكوبالت في كأس آخر تحتوي

على الحجم  $V = 100 \text{ mL}$  من محلول مائي لكبريتات الكوبالت II  $\text{Co}_{(aq)}^{2+} + \text{SO}_{4(aq)}^{2-}$  تركيزه المولي البدئي

$C_2 = [\text{Co}_{(aq)}^{2+}]_i = 0,3 \text{ mol.L}^{-1}$ . نوصل المحلولين بقطرة ملحية.

نركب على التوالي بين قطبي العمود، موصلا أوميا و أمبيرمترا و قاطعا للتيار.  
نغلق الدارة عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t=0$ )، فيمر فيها تيار كهربائي شدته  $I$  نعتبرها ثابتة .

- 1- اختر الجواب الصحيح من بين الاقتراحات التالية:  
أ- منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المكونة للعمود هو المنحى (2) لمعادلة التفاعل.  
ب- إلكترون الكوبالت هو الكاثود .  
ج- تنتقل الإلكترونات عبر القطرة الملحبة للمحافظة على الحياد الكهربائي للمحالييل.  
د- خارج العمود، يكون منحى التيار الكهربائي من إلكترون النيكل نحو إلكترون الكوبالت .  
هـ- تحدث الأكدسة عند الكاثود .

2- أوجد، بدلالة  $F$  و  $C_1$  و  $C_2$  و  $V$  و  $I$ ، تعبير التاريخ  $t_e$  الذي يتحقق عنده توازن المجموعة الكيميائية.  
احسب قيمة  $t_e$  علما أن  $I=100 \text{ mA}$ .

3- احسب التغير  $\Delta m$  لكثافة إلكترون النيكل بين اللحظتين  $t=0$  و  $t=t_e$ .

الفيزياء: (13 نقطة)

التحولات النووية (2,25 نقط)

تعتبر تفاعلات الاندماج والانشطار من بين التفاعلات النووية التي تنتج عنها طاقة كبيرة تستغل في مجالات متعددة .

معطيات :

$$1 \text{ MeV} = 1,6022 \cdot 10^{-13} \text{ J} .$$

$$m({}_1^0\text{e}) = 5,48579 \cdot 10^{-4} \text{ u} , \quad m({}_2^4\text{He}) = 4,00151 \text{ u} , \quad m({}_1^1\text{H}) = 1,00728 \text{ u} .$$

$$1 \text{ u} = 931,494 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} .$$

$$m_s = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \text{ : كتلة الشمس} .$$

- نعتبر أن كتلة الهيدروجين  ${}^1_1\text{H}$  تمثل نسبة 10% من كتلة الشمس .

1- نعطي في الجدول التالي معادلات بعض التفاعلات النووية :

A	${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
B	${}^{60}_{27}\text{Co} \longrightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}\text{e}$
C	${}^{238}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{234}_{90}\text{Th}$
D	${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^{139}_{54}\text{Xe} + {}^{94}_{38}\text{Sr} + 3 {}^1_0\text{n}$

1-1- عين، من بين هذه المعادلات ، معادلة تفاعل الاندماج .

1-2- بالاعتماد على مخطط الطاقة الممثل في الشكل جانبه، احسب :

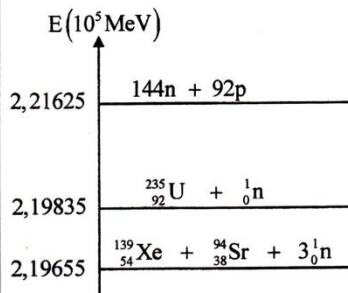
1-2-1- طاقة الربط بالنسبة لنواة  ${}^{235}_{92}\text{U}$  .

1-2-2- الطاقة  $|\Delta E_0|$  الناتجة عن التفاعل (D) .

2- تحدث في الشمس تحولات نووية ترجع بالأساس إلى الهيدروجين  
وذلك وفق المعادلة الحصيلة التالية :  $4 {}^1_1\text{H} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_{-1}\text{e}$

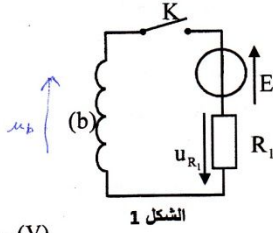
1-2-1- احسب ، بالجول (J) ، الطاقة  $|\Delta E|$  الناتجة عن هذا التحول .

2-2- علما أن الطاقة المحررة من طرف الشمس نتيجة هذا التحول خلال كل سنة هي  $E_s = 10^{34} \text{ J}$ ، أوجد عدد السنوات اللازمة ليستهلك كل الهيدروجين الموجود في الشمس .



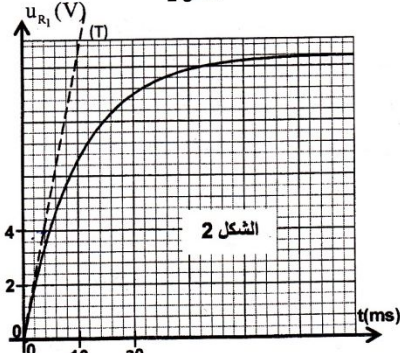
**الكهرباء (5,25 نقت)**

تحتوي مجموعة من الأجهزة الكهربائية على تركيبات تتكون من وشيعات ومكثفات وموصلات أومية... تختلف وظيفة هذه المركبات حسب كيفية تركيبها و مجالات استعمالها.



**1- دراسة ثنائي القطب RL**

- ننجز التركيب الممثل في الشكل 1 و المكون من :
- مولد قوته الكهرومحرركة  $E = 12\text{ V}$  ومقاومته الداخلية مهملة؛
- موصل أومي مقاومته  $R_1 = 52\ \Omega$ ؛
- وشيعة (b) معامل تحريضها  $L$  ومقاومتها  $r$ ؛
- قاطع التيار  $K$ .



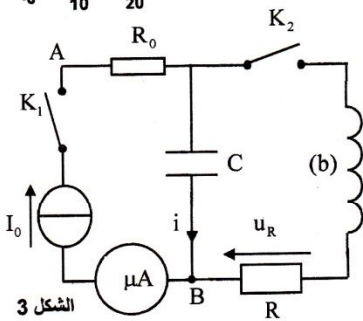
- نغلق القاطع  $K$  في لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t=0$ ). يمكن نظام مسك معلوماتي ملانم من خط المنحني الممثل لتغيرات التوتر  $u_{R_1}(t)$  بين مربطي الموصل الأومي (الشكل 2). يمثل المستقيم (T) المماس للمنحني عند  $t=0$ .

1-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_{R_1}$  بين مربطي الموصل الأومي. 0,25

1-2- حدد قيمة المقاومة  $r$  للوشيعة. 0,5

1-3- تحقق أن  $L=0,6\text{ H}$ . 0,25

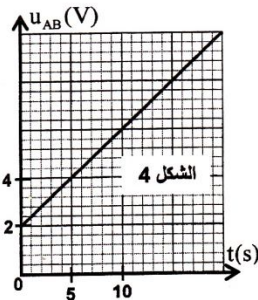
**2- دراسة ثنائي القطب RC و RLC**



- ننجز التركيب الممثل في الشكل 3 والمكون من :
- مولد مؤتمل للتيار؛
- ميكروأمبيرمتر؛
- موصلين أوميين مقاومتهما  $R_0$  و  $R=40\ \Omega$ ؛
- مكثف سعته  $C$ ، غير مشحون بدنيا؛
- الوشيعة (b) السابقة؛
- قاطعي التيار  $K_1$  و  $K_2$ .

**2-1- دراسة ثنائي القطب RC**

- عند لحظة تاريخها  $t=0$  نغلق قاطع التيار  $K_1$  ( $K_2$  مفتوح) فيشير الميكروأمبيرمتر إلى الشدة  $I_0 = 4\ \mu\text{A}$ . يمكن نظام مسك معلوماتي ملانم من خط المنحني الممثل لتغيرات التوتر  $u_{AB}(t)$  (الشكل 4).

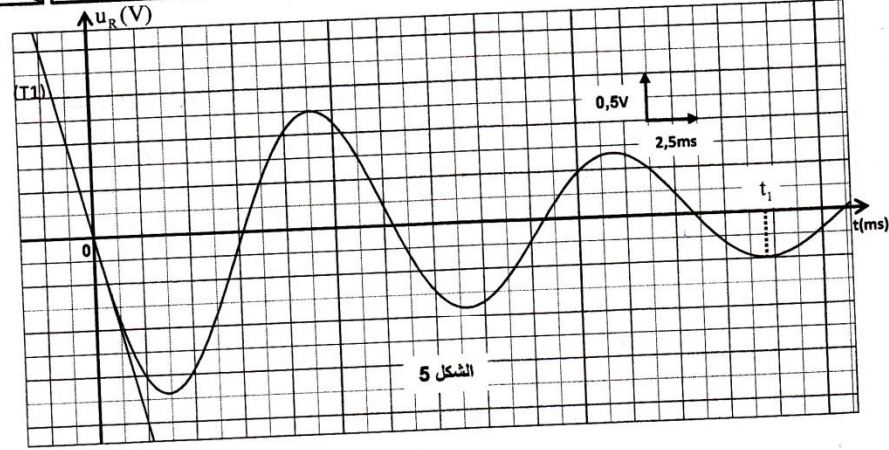


2-1-1- حدد قيمة  $R_0$ . 0,25

2-1-2- أوجد قيمة السعة  $C$  للمكثف. 0,5

**2-2- دراسة ثنائي القطب RLC**

- عندما يأخذ التوتر بين مربطي المكثف القيمة  $u_C = U_0$ ، نفتح  $K_1$  و نغلق  $K_2$  عند لحظة نختارها أصلا جديدا للتواريخ ( $t=0$ ). يمكن نظام مسك معلوماتي ملانم من خط المنحني الممثل لتغيرات التوتر  $u_R(t)$  (الشكل 5). (يمثل المستقيم (T1) المماس للمنحني عند اللحظة  $t=0$ ).

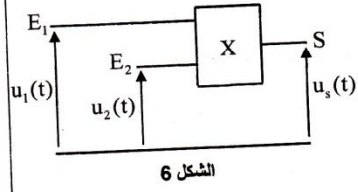


الشكل 5

- 2-2-1- 0,25 أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثف.
- 2-2-2- 0,5 عبر عن  $\frac{dE_L}{dt}$  بدلالة R و r و i حيث تمثل  $E_L$  الطاقة الكلية للدارة عند لحظة t و i شدة التيار المار في الدارة عند نفس اللحظة.
- 2-2-3- 0,5 بين أن  $U_0 = -\frac{L}{R} \left( \frac{du_R}{dt} \right)_{t=0}$  حيث  $\left( \frac{du_R}{dt} \right)_{t=0}$  يمثل مشتقة  $u_R(t)$  بالنسبة للزمن عند  $t=0$ . احسب  $U_0$ .
- 2-2-4- 0,5 أوجد  $|E_L|$  الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين  $t=0$  و  $t=t_1$  (الشكل 5).

3- تضمين الوسع لإشارة جيبية

للحصول على إشارة مضمّنة الوسع نستعمل دارة إلكترونية متكاملة X منجزة للجداء (الشكل 6)، نطبق عند المدخل :  
 $E_1$  - التوتر  $u_1(t) = s(t) + U_0$ ، مع  $s(t) = S_m \cdot \cos(2\pi f_s t)$  يمثل الإشارة التي تضم المعلومة و  $U_0$  مركبة مستمرة للتوتر.  
 $E_2$  - توترا جيبيا يمثل الإشارة الحاملة  $u_2(t) = U_m \cdot \cos(2\pi f_p t)$ .  
 نحصل على توتر الخروج  $u_s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$  حيث k ثابتة تتعلق بالدارة المتكاملة X.

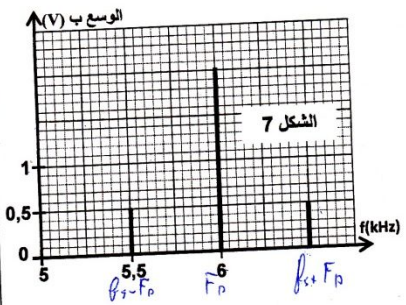


الشكل 6

نذكر بالعلاقة :  $\cos(a) \cdot \cos(b) = \frac{1}{2} [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$

- 3-1- 0,5 بين أن التوتر  $u_s(t)$  يكتب على الشكل :  $u_s(t) = \frac{A \cdot m}{2} \cdot \cos(2\pi f_1 t) + A \cdot \cos(2\pi f_2 t) + \frac{A \cdot m}{2} \cdot \cos(2\pi f_3 t)$  حيث m نسبة التضمين و A ثابتة.

3-2- 0,75 يعطي الشكل 7 طيف الترددات، المتكون من ثلاث حزات للتوتر المضمّن  $u_s(t)$ .  
 حدد قيمة كل من m والتردد  $f_3$ . هل التضمين جيد؟



الشكل 7

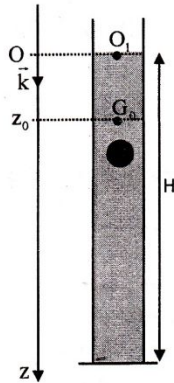
3-3- 0,5 لانقواء الموجة المضمّنة بشكل جيد، نستعمل دارة سدادة (دارة التوافق) تتكون من وشيعة معامل تحريضها  $L_0 = 60 \text{ mH}$  ومقاومتها مهملة و مكثفين مركبين على التوالي سعتهما  $C = 10 \mu\text{F}$  و  $C_0$ . حدد قيمة  $C_0$ .

الميكانيك (5,5 نقط) الجزء الأول و الثاني مستقلان

الجزء الأول: دراسة السقوط الرأسي باحتكاك لكرية

ندرس في هذا الجزء حركة مركز القصور  $G$  لكرية متجانسة كتلتها  $m$  في سائل لزج داخل مخبار. نعلم موضع  $G$  في كل لحظة بالأنسوب  $z$  على المحور الرأسي  $(O, \vec{k})$  الموجه نحو الأسفل حيث أصله منطبق مع النقطة  $O_1$  من السطح الحر للسائل. عند لحظة  $t_0$  نعتبرها أصلا للتواريخ ( $t_0 = 0$ )، نحرر الكرية بدون سرعة بدئية من موضع يكون فيه  $G$  منطبقا مع الموضع  $G_0$  ذي الأنسوب  $z_0 = 3\text{ cm}$  (الشكل أسفله). تخضع الكرية أثناء سقوطها داخل السائل، بالإضافة إلى وزنها  $\vec{P}$ ، إلى:

- قوة الاحتكاك المانع:  $\vec{f} = -\lambda \cdot v \cdot \vec{k}$  حيث  $\lambda$  معامل الاحتكاك المانع و  $v$  سرعة  $G$  عند لحظة  $t$ .
  - دافعة أرخميدس:  $\vec{F} = -\rho_s \cdot V_s \cdot \vec{g}$  حيث  $g$  شدة الثقالة و  $V_s$  حجم الكرية و  $\rho_s$  الكثافة الحجمية للسائل.
- نأخذ:  $g = 9,8\text{ ms}^{-2}$ ،  $\frac{\lambda}{\rho_s \cdot V_s} = 12,4\text{ S.I}$ ،  $\frac{\rho_l}{\rho_s} = 0,15$  حيث  $\rho_s$  الكثافة الحجمية للمادة المكونة للكرية.



1- 0,5 بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة  $G$  تكتب:  $\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{\rho_s V_s} v = g \left(1 - \frac{\rho_l}{\rho_s}\right)$

2- 0,25 حدد القيمة  $a_0$  لتسارع حركة  $G$  عند اللحظة  $t_0 = 0$ .

3- 0,25 أوجد القيمة  $v_f$  للسرعة الحدية لحركة  $G$ .

4- 1 لتكن  $v_1$  قيمة سرعة  $G$  عند اللحظة  $t_1 = t_0 + \Delta t$  و  $v_2$  قيمتها عند اللحظة

$t_2 = t_1 + \Delta t$  حيث  $\Delta t$  خطوة الحساب.

باعتقاد طريقة أولير بين أن  $\frac{v_2}{v_1} = 2 - \frac{\Delta t}{\tau}$  حيث  $\tau$  يمثل الزمن المميز للحركة:  $\tau = \frac{\rho_s \cdot V_s}{\lambda}$ .

احسب  $v_2$  و  $v_1$ . نأخذ  $\Delta t = 8 \cdot 10^{-3}\text{ s}$ .

5- 0,25 يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل:  $v = v_f \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ . حدد قيمة  $t_f$  تاريخ

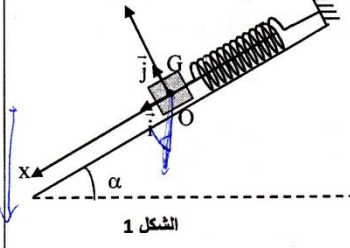
اللحظة التي تأخذ فيها سرعة الكرية 99% من قيمتها الحدية.

6- 0,75 علما أن ارتفاع السائل في المخبار هو  $H = 79,6\text{ cm}$  وأن مدة حركة الكرية داخل السائل انطلاقا من  $G_0$  حتى قعر المخبار هي  $\Delta t_f = 1,14\text{ s}$ ، أوجد المسافة  $d$  التي قطعها الكرية أثناء النظام الانتقالي. (نعتبر أن النظام الدائم يتحقق ابتداء من اللحظة  $t_f$  و نهمل شعاع الكرية أمام الارتفاع  $H$ ).

الجزء الثاني: الدراسة الطاقية لنواس مرن

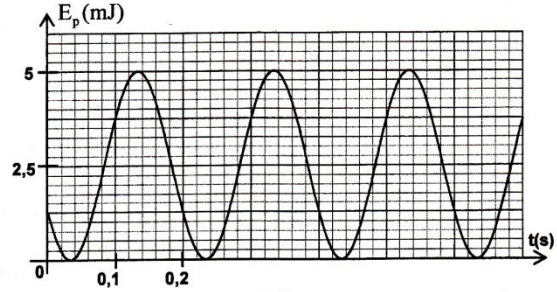
النواس المرن مجموعة ميكانيكية تنجز حركة تذبذبية حول موضع توازنها المستقر. يهدف هذا الجزء إلى تحديد بعض المقادير المرتبطة بهذا المتذبذب اعتمادا على دراسة طاقة. يتكون نواس مرن من جسم صلب  $(S)$ ، مركز قصوره  $G$  وكتلته  $m = 100\text{ g}$ ، مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته  $K$ . الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت. يمكن للجسم  $(S)$  أن ينزلق بدون احتكاك على الخط الأكبر ميلا لمستوى مائل بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  بالنسبة للمستوى الأفقي (الشكل 1 صفحة 8/8).

ندرس حركة مركز القصور G في المعلم  $R(O, \vec{i}, \vec{j})$  المتعامد و المنظم المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا .  
 نعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x على المحور  $(O, \vec{i})$  .  
 عند التوازن ينطبق G مع الأصل O للمعلم (الشكل 1).  
 نأخذ  $\pi^2 = 10$  .



الشكل 1

- 1- حدد، عند التوازن، تعبير الطاقة  $\Delta \ell_0$  للناضض بدلالة m و K و  $\alpha$  و g شدة الثقالة . 0,25
- 2- نزيح (S) عن موضع توازنه، في المنحى الموجب، بمسافة  $X_0$  ثم نرسله، عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ  $t=0$ ، بسرعة بدئية  $\vec{V}_0$  حيث  $\vec{V}_0 = -V_0 \vec{i}$  . 0,75
- 2-1- نختار المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه G عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ( $E_{pp}(O)=0$ ) والحالة التي يكون فيها الناضض مطاللا عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع المرنة ( $E_{pe}(O)=0$ ) . 0,25
- أوجد، عند لحظة t، تعبير طاقة الوضع  $E_p = E_{pe} + E_{pp}$  للمتذبذب بدلالة x و K .
- 2-2- اعتمادا على الدراسة الطاقية، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x . 0,25
- 2-3- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل:  $x(t) = X_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$  . ( $T_0$  هو الدور الخاص للمتذبذب). 0,75
- يمثل منحنى الشكل 2 تطور طاقة الوضع  $E_p$  للمتذبذب بدلالة الزمن.
- 2-3-1- أوجد قيمة كل من الصلابة K والوسع  $X_m$  والطور  $\varphi$  . 0,75
- 2-3-2- بالاعتماد على الدراسة الطاقية، أوجد تعبير السرعة  $V_0$  بدلالة K و m و  $X_m$  . 0,5



الشكل 2

3



تصحيح الإمتحان الوطني لمادة الفيزياء والكيمياء  
شعبة العلوم الرياضية- الدورة العادية 2015

الكيمياء

الجزء الأول : معايرة حمض وتصنيع إستر

1-معايرة حمض الإيثانويك

1.1-المعادلة المنمذجة للتحويل الحاصل أثناء المعايرة :



1-2-1-حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف

عند التكافؤ

مبيانيا يمثل أفصول مطراف الدالة المشتقة  $\frac{dPH}{dV_B}$

الحجم  $V_{BE}$  عند التكافؤ نجد  $V_{BE} = 20 \text{ mL}$

1-2-2-الكتلة  $m$  اللازمة لتحضير المحلول  $(S_A)$  :

علاقة التكافؤ :

$$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A}$$

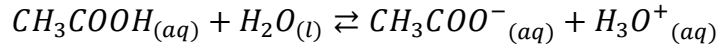
$$C_A = \frac{n(A)}{V} = \frac{m}{V \cdot M(A)} \quad \text{لدينا :}$$

$$\frac{m}{V \cdot M(A)} = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A} \Rightarrow m = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A} \cdot V \cdot M(A)$$

$$m = 1,2 \text{ g} \quad \text{ت.ع.} \quad m = \frac{2 \cdot 10^{-2} \times 20}{20} \times 1 \times 60$$

1-3-إثبات أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء محدود

معادلة التفاعل :



$$C_A = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \times 20}{20} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad \text{لدينا :}$$

حسب المبيان  $pH = f(V_B)$  عند الحجم  $V_B = 0$  يكون  $pH = 3,2$

حساب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} \quad \text{ومنه :} \quad \tau = \frac{[H_3O^+]}{C_A} = \frac{10^{-pH}}{C_A} \quad \text{ت.ع.} \quad \tau = \frac{[H_3O^+] \cdot V}{C_A \cdot V} = \frac{10^{-3,2}}{2 \cdot 10^{-2}} = 0,03 = 3\%$$

نلاحظ أن :  $\tau < 100\%$  إذن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء محدود

1-4-إثبات التعبير  $V_B \cdot 10^{-pH} = K_A \cdot (V_{BE} - V_B)$  :

الجدول الوصفي لتفاعل المعايرة :

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$			
حالة المجموعة	التقدم	كميات المادة ب (mol)			
الحالة البدئية	0	$C_A \cdot V_A$	$C_B \cdot V_B$	0	وفير
الحالة النهائية	$x_f$	$C_A \cdot V_A - x_f$	$C_B \cdot V_B - x_f$	$x_f$	وفير

قبل التكافؤ المتفاعل المحد هو  $HO^-$  أي  $C_B \cdot V_B - x_f = 0$  :  
 $n_f(CH_3COOH) = C_A \cdot V_A - x_f = C_A \cdot V_A - C_B \cdot V_B$   
 $n_f(CH_3COO^-) = x_f = C_B \cdot V_B$   
 $[H_3O^+]_{\acute{e}q} = 10^{-pH}$

$$K_A = \frac{[CH_3COO^-]_{\acute{e}q} \cdot [H_3O^+]_{\acute{e}q}}{[CH_3COOH]_{\acute{e}q}} = 10^{-pH} \cdot \frac{\frac{n_f(CH_3COO^-)}{V_A+V_B}}{\frac{n_f(CH_3COOH)}{V_A+V_B}} = 10^{-pH} \cdot \frac{C_B \cdot V_B}{C_A \cdot V_A - C_B \cdot V_B} = 10^{-pH} \cdot \frac{C_B \cdot V_B}{C_B \cdot V_{BE} - C_B \cdot V_B}$$

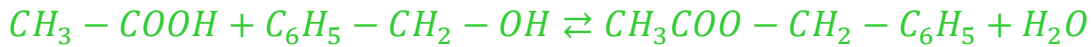
$$K_A = 10^{-pH} \frac{C_B \cdot V_B}{C_B(V_{BE} - V_B)} = 10^{-pH} \cdot \frac{V_B}{V_{BE} - V_B} \Rightarrow V_B \cdot 10^{-pH} = K_A \cdot (V_{BE} - V_B)$$

استنتاج  $pK_A$  :

مبيانيا عند  $pH = 4,8$  نجد  $V_B = \frac{V_{BE}}{2} = 4mL$

$$\frac{V_{BE}}{2} \cdot 10^{-pH} = K_A \cdot \left( V_{BE} - \frac{V_{BE}}{2} \right) \Rightarrow 10^{-pH} = K_A \Rightarrow pK_A = pH = 4,8$$

2-تصنيع الإستر  
 2.1-معادلة الأسترة :



2.2-مردود تفاعل الإستر :

$$r_1 = \frac{n_{exp}(E)}{n_{th}(E)}$$

لدينا :

$$\begin{cases} n_{exp}(E) = \frac{m(E)}{M(E)} = \frac{9,75}{150} = 0,065 \text{ mol} \\ n_{th}(E) = n_0(acide) = n_0(alcool) = \frac{m(alcool)}{M(alcool)} = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow r_1 = \frac{0,065}{0,1} = 0,65 = 65\%$$

2.3-مردود تفاعل الأسترة في الحالة الثانية :

$$r_2 = \frac{n_{exp}(E)}{n_{th}(E)} = \frac{x_{f2}}{x_{max}}$$

حسب السؤال 2.2-نكتب :  $K = \frac{[ester][eau]}{[acide][alcool]} = \frac{n_{ester} \cdot n_{eau}}{n_{acide} \cdot n_{alcool}} = \frac{(x_{f1})^2}{(n_0 - x_{f1})^2} = \frac{(0,065)^2}{(0,1 - 0,065)^2} = 3,45$

في الحالة الثانية نكتب :

$$K = \frac{(x_{f2})^2}{(n_{ac} - x_{f2})(n_{al} - x_{f2})} \Rightarrow (K - 1)(x_{f2})^2 - K(n_{ac} + n_{al})x_{f2} + K \cdot n_{ac} \cdot n_{al} = 0$$

$$(3,45 - 1)(x_{f2})^2 - 3,45 \times (0,1 + 0,2)x_{f2} + 3,45 \times 0,1 \times 0,2 = 0$$

$$2,45(x_{f2})^2 - 1,035x_{f2} + 0,069 = 0$$

$$\begin{cases} x_{f2} = \frac{1,35 - \sqrt{1,35^2 - 4 \times 2,45 \times 0,069}}{2 \times 2,45} = 0,083 \text{ mol} \\ x'_{f2} = \frac{1,35 + \sqrt{1,35^2 - 4 \times 2,45 \times 0,069}}{2 \times 2,45} = 2,340 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow x_{f2} = 0,083 \text{ mol} \Rightarrow r_2 = \frac{0,083}{0,1} = 0,83 = 83\%$$

2.4- نلاحظ أن :  $r_2 > r_1$  نلاحظ أن مردود الاسترة يتحسن في وجود أحد المتفاعلين بوفرة .

### الجزء الثاني : دراسة العمود نيكل -كوبالت

1-الجواب الصحيح هو (د)

(التعليق ليس مطلوباً)

لنحدد خارج التفاعل عند الحالة البدئية :  $Q_{r,i} = \frac{[Co^{2+}]_i}{[Ni^{2+}]_i} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{0,3}{0,03} = 10$

نلاحظ أن :  $Q_{r,i} = 10 < K = 100$  تتطور المجموعة تلقائياً في المنحى المباشر .  
يحدث اختزال عند إلكترود النيكل (القطب الموجب) والقطب السالب للعمود هو إلكترود الكوبالت .  
يمر التيار الكهربائي خارج العمود من إلكترود النيكل نحو إلكترود الكوبالت .

وبالتالي الجواب الصحيح هو د

2-تعبير  $t_e$  التاريخ توازن المجموعة

$$K = \frac{[Co^{2+}]_{\acute{e}q}}{[Ni^{2+}]_{\acute{e}q}} = \frac{\frac{C_2 V + x_{\acute{e}q}}{V}}{\frac{C_1 V - x_{\acute{e}q}}{V}} = \frac{C_2 V + x_{\acute{e}q}}{C_1 V - x_{\acute{e}q}} \Rightarrow (C_1 V - x_{\acute{e}q}) \cdot K = C_2 V + x_{\acute{e}q} \Rightarrow x_{\acute{e}q} = \frac{K \cdot C_1 - C_2}{1 + K} \cdot V$$

لدينا :

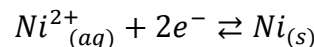
$$Q = n(\acute{e}) \cdot F = I \cdot \Delta t \Rightarrow 2x_{\acute{e}q} \cdot F = I \cdot t_e \Rightarrow t_e = 2x_{\acute{e}q} \frac{F}{I} \Rightarrow t_e = \frac{2(K \cdot C_1 - C_2)}{1 + K} \cdot \frac{F \cdot V}{I}$$

ت.ع:

$$t_e = \frac{2 \times (100 \times 0,03 - 0,3) \times 9,65 \cdot 10^4 \times 0,1}{(1 + 100) \times 0,1} \Rightarrow t_e = 5159 \text{ s} \approx 5,16 \cdot 10^3 \text{ s}$$

3-تغير  $\Delta m$  لكتلة إلكترود النيكل :

حسب الاختزال الكاثودي :



لدينا :

$$n(Ni) = \frac{\Delta m}{M(Ni)} = x_{\acute{e}q} \Rightarrow \Delta m = M(Ni) \cdot x_{\acute{e}q} = \frac{K \cdot C_1 - C_2}{1 + K} \cdot V \cdot M(Ni)$$

ت.ع :

$$\Delta m = \frac{(100 \times 3 \cdot 101^{-2} - 0,3) \times 0,1 \times 58,7}{1 + 100} \Rightarrow \Delta m = 0,157 \text{ g}$$

## التحولات النووية

1.1- معادلة تفاعل الإندماج هي المعادلة A:



1.2.1- طاقة الربط بالنسبة لنواة الأورانيوم 235:

$$E_l({}^{235}_{92}U) = \Delta m \cdot c^2 = [92m_p + 143m_n - m({}^{235}_{92}U)].C^2$$

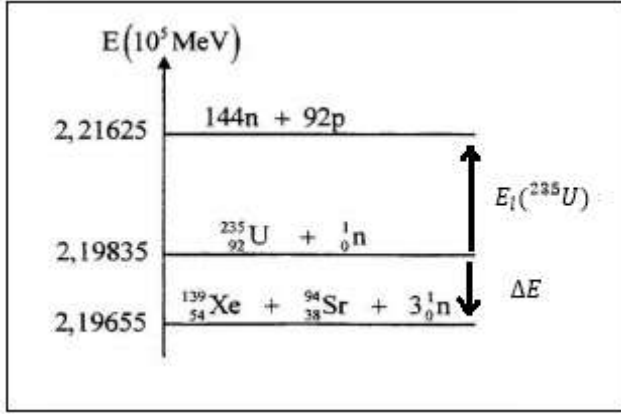
$$E_l({}^{235}_{92}U) = (2,21625 - 2,19835) \cdot 10^5 = 1970 \text{ MeV}$$

طاقة الربط بالنسبة لنوية:

$$\xi({}^{235}_{92}U) = \frac{E_l({}^{235}_{92}U)}{A} = \frac{1970}{235} = 7,62 \text{ MeV/nucleon}$$

1.2.2- الطاقة  $|\Delta E_0|$  الناتجة عن التحول:

$$|\Delta E_0| = [m(Sr) + m(Xe) + 3m(n) - m(U) - m(n)].C^2$$



$$|\Delta E| = (2,19835 - 2,19655) \cdot 10^5 = 180 \text{ MeV}$$

1.2- الطاقة الناتجة عن هذا التحول  $|\Delta E|$ :

$$|\Delta E| = |\Delta m| \cdot c^2 = [m({}^4_2He) + 2m({}^1_0n) - m({}^1_1H)].c^2$$

ت.ع:

$$|\Delta E| = |4,00151 + 2 \times 5,48579 \cdot 10^{-4} - 4 \times 1,00728| \times 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} \cdot c^2 \approx 24,7 \text{ MeV} \Rightarrow$$

$$|\Delta E| = 24,7 \times 1,6022 \cdot 10^{-13} \approx 3,96 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

2.2- حساب عدد السنوات اللازمة لاستهلاك الهيدروجين الموجود في الشمس:

ليكن  $E'$  الطاقة المحررة من طرف نواة واحدة من الهيدروجين حيث:  $E' = \frac{|\Delta E|}{4}$

و  $E$  الطاقة المحررة من طرف  $N$  نواة الموجودة في الشمس حيث:  $E = N \cdot E'$  مع  $E = \frac{m}{m({}^1_1H)} \cdot \frac{|\Delta E|}{4}$

مع:  $m = 0,1m_s$  (كتلة الهيدروجين  ${}^1_1H$  تمثل 10% من كتلة الشمس)

تحرر الشمس خلال كل سنة الطاقة  $E$  نتيجة هذا التحول، والمدة الزمنية اللازمة لاستهلاك كل الهيدروجين الموجود في الشمس هي:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1an \rightarrow E_s \\ \Delta t \rightarrow \frac{m}{m({}^1_1H)} \cdot \frac{|\Delta E|}{4} \Rightarrow \Delta t = \frac{m}{m({}^1_1H)} \cdot \frac{|\Delta E|}{4 \cdot E_s} \Rightarrow \Delta t = \frac{0,1m_s}{m({}^1_1H)} \cdot \frac{|\Delta E|}{4E_s} \end{array} \right.$$

ت.ع:

$$\Delta t = \frac{0,1 \times 2 \cdot 10^{30} \times 3,96 \cdot 10^{-12}}{1,00728 \times 1,66054 \cdot 10^{-27} \times 4 \times 10^{34}} = 1,18 \cdot 10^{20} \text{ ans}$$

## الكهرباء:

### 1-دراسة ثنائي القطب RL

1-1- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر  $u_{R_1}$  بين مربطي الموصل الأومي:

حسب قانون إضافية التوترات:  $u_b + u_{R_1} = E$

$$u_b = L \frac{di}{dt} + ri = \frac{L}{R_1} \cdot \frac{d(R_1 \cdot i)}{dt} + r \cdot \frac{R_1 \cdot i}{R_1} = \frac{L}{R_1} \cdot \frac{du_{R_1}}{dt} + \frac{r}{R_1} \cdot u_{R_1}$$

$$\frac{L}{R_1} \cdot \frac{du_{R_1}}{dt} + \frac{r}{R_1} \cdot u_{R_1} + u_{R_1} = E \Rightarrow \frac{L}{R_1} \cdot \frac{du_{R_1}}{dt} + u_{R_1} \left( \frac{r + R_1}{R_1} \right) = E \Rightarrow \frac{L}{R_1 + r} \cdot \frac{du_{R_1}}{dt} + u_{R_1} = \frac{E \cdot R_1}{R_1 + r}$$

2-1- تحديد  $r$  مقاومة الوشيجة :

$$r = \frac{E \cdot R_1}{u_{R_1 \max}} - R_1 = R_1 \left( \frac{E}{u_{R_1 \max}} - 1 \right) \quad \text{وبالتالي} \quad u_{R_1 \max} = \frac{E \cdot R_1}{R_1 + r} \quad \text{ومنه} \quad \frac{du_{R_1}}{dt} = 0$$

$$u_{R_1 \max} = 10,4 \text{ V} \quad \text{مبيانيا نجد}$$

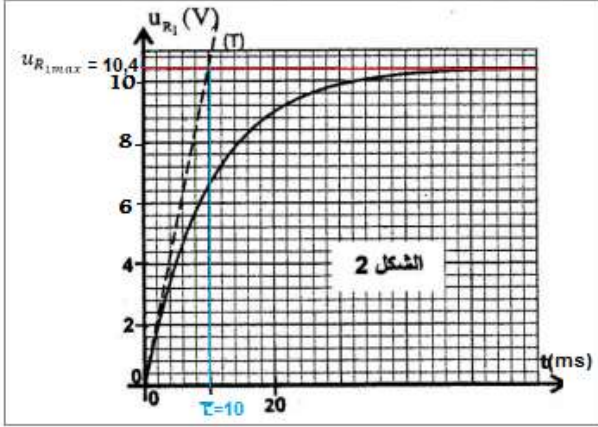
$$r = 52 \times \left( \frac{12}{10,4} - 1 \right) \Rightarrow r = 8 \Omega$$

1-3- التحقق من قيمة  $L$  :

$$L = \tau \cdot (R_1 + r) \quad \text{لدينا} \quad \tau = \frac{L}{R_1 + r}$$

$$\tau = 10 \text{ ms} \quad \text{مبيانيا نجد}$$

$$L = 10 \cdot 10^{-3} (52 + 8) \Rightarrow L = 0,6 \text{ H}$$



## 2- دراسة ثنائي القطب RC و RLC

### 1-2- دراسة ثنائي القطب RC

1-1-2- تحديد  $R_0$  :

$$R_0 = \frac{u_{R_0}}{I_0} \quad \text{أي} \quad u_{R_0} = R_0 \cdot I_0 \quad \text{حسب قانون أوم}$$

$$R_0 = \frac{2}{4 \cdot 10^{-6}} = 5 \cdot 10^5 \Omega = 500 \text{ k}\Omega \quad \text{مبيانيا} \quad u_{R_0} = 2 \text{ V} \quad \text{وبالتالي}$$

2-1-2- قيمة سعة المكثف  $C$  :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_{AB} = u_C + u_{R_0}$$

$$u_C = \frac{I_0}{C} \cdot t \quad \text{لدينا} \quad q = C \cdot u_C = I_0 \cdot t \quad \text{أي}$$

$$u_{AB} = \frac{I_0}{C} \cdot t + u_{R_0}$$

$$u_{AB} = \frac{\Delta u_{AB}}{\Delta t} \cdot t + u_{AB}(0) = \frac{6-2}{10-0} \cdot t + 2 = 0,4t + 2 \quad \text{معادلة المنحنى تكتب}$$

$$\frac{I_0}{C} = 0,4 \Rightarrow C = \frac{I_0}{0,4} = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{0,4} \Rightarrow C = 10^{-5} \text{ F} = 10 \mu\text{F}$$

### 2-2- دراسة ثنائي القطب RLC

1-2-2- إثبات المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة  $q$  للمكثف :

حسب قانون إضافية التوترات :  $u_b + u_R + u_C = 0$

$$\frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{dq}{dt} \right) = \frac{d^2 q}{dt^2} ; \quad i = \frac{dq}{dt} ; \quad q = C \cdot u_C \quad \text{مع} \quad u_b = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i ; \quad u_R = R \cdot i$$

$$L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + (R + r) \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{R + r}{L} \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{L \cdot C} \cdot q = 0$$

2-2-2- تعبير  $\frac{dE_T}{dt}$  بدلالة  $R$  و  $r$  و  $i$  :

الطاقة الكلية  $E_T$  في الدارة تساوي مجموع الطاقة الكهربائية  $E_e$  المخزونة في المكثف و الطاقة المغنطيسية  $E_m$

المخزونة في الوشيجة :  $E_T = E_e + E_m$

$$\begin{cases} E_e = \frac{1}{2C} \cdot q^2 \\ E_m = \frac{1}{2} L \cdot i^2 = \frac{1}{2} L \cdot \left( \frac{dq}{dt} \right)^2 \end{cases} \Rightarrow E_T = \frac{1}{2C} \cdot q^2 + \frac{1}{2} L \cdot \left( \frac{dq}{dt} \right)^2 \Rightarrow \frac{dE_T}{dt} = \frac{q}{C} \cdot \frac{dq}{dt} + L \cdot \frac{dq}{dt} \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} = \frac{dq}{dt} \cdot \left( \frac{q}{C} + L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} \right)$$

$$L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + (R + r) \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{C} = -(R + r) \cdot \frac{dq}{dt} \quad \text{باعتبار المعادلة التفاضلية}$$

$$\frac{dE_T}{dt} = -\frac{dq}{dt} \cdot \left( \frac{q}{C} + L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} \right) = -\frac{dq}{dt} \cdot \left( (R+r) \cdot \frac{dq}{dt} \right) = -(R+r) \left( \frac{dq}{dt} \right)^2 \Rightarrow \frac{dE_T}{dt} = -(R+r)i^2$$

### 2-2-3- إثبات تعبير $U_0$

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_b + u_R + u_C = 0$$

$$\frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{R} \cdot u_R + u_C = 0 \quad \text{أي:}$$

عند اللحظة  $t = 0$  لدينا :  $u_R = 0$

$$u_C = U_0 \quad \text{و}$$

$$\frac{L}{R} \cdot \left( \frac{du_R}{dt} \right)_{t=0} + U_0 = 0 \quad \text{و بالتالي:}$$

$$U_0 = -\frac{L}{R} \cdot \left( \frac{du_R}{dt} \right)_{t=0} \quad \text{نستنتج:}$$

تحديد قيمة  $U_0$

$$U_0 = -\frac{L}{R} \cdot \left( \frac{\Delta u_R}{\Delta t} \right)_{t=0}$$

$$U_0 = -\frac{0,6}{40} \times \frac{2-0}{0-1,25 \cdot 10^{-3}} = 12 \text{ V}$$

### 2-2-4- الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين $t = 0$ و $t = t_1$

$$|E_J| = |E_T(t_1) - E_T(0)|$$

$$u_C = -(u_b + u_R) = -\left( \frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + \frac{r+R}{R} \cdot u_R \right); \quad i = \frac{u_R}{R}$$

$$E_T = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2 + \frac{1}{2} L \cdot i^2 \Rightarrow E_T = \frac{1}{2} C \cdot \left( \frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + \frac{r+R}{R} \cdot u_R \right)^2 + \frac{1}{2} L \cdot \left( \frac{u_R}{R} \right)^2$$

عند اللحظة  $t = 0$  لدينا (حسب مبيان الشكل 5) ومنه :

$$E_T(0) = \frac{1}{2} C \left( \frac{L}{R} \cdot \left( \frac{du_R}{dt} \right)_{t=0} \right)^2 = \frac{1}{2} C \cdot (U_0)^2 \Rightarrow E_T(0) = \frac{1}{2} \times 10^{-5} \times 12^2 = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

عند اللحظة  $t_1$  لدينا :  $u_R(0) = -0,5 \text{ V}$  و  $\left( \frac{du_R}{dt} \right)_{t_1} = 0$  ومنه :

$$E_T(t_1) = \frac{1}{2} C \left( \frac{R+r}{R} \cdot u_R(0) \right)^2 + \frac{1}{2} L \cdot \left( \frac{u_R(0)}{R} \right)^2 \Rightarrow E_T(t_1) = \frac{1}{2} \left( \frac{u_R(0)}{R} \right)^2 [C \cdot (R+r)^2 + L]$$

$$E_T(t_1) = \frac{1}{2} \times \left( \frac{0,5}{40} \right)^2 [10^{-5} (40+8)^2 + 0,6] = 4,87 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$|E_J| = |E_T(t_1) - E_T(0)| = 7,2 \cdot 10^{-4} - 4,87 \cdot 10^{-5} \Rightarrow |E_J| = 6,71 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

### 3- تضمين الوسع لإشارة جيبية

#### 3-1- إثبات تعبير $u_S(t)$

لدينا العلاقة :  $\cos a \cdot \cos b = \frac{1}{2} \cdot [\cos(a+b) + \cos(a-b)]$

لدينا :  $u_S(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t) = k \cdot (s(t) + U_0) \cdot u_2(t) = k [S_m \cdot \cos(2\pi f_S \cdot t) + U_0] \cdot U_m \cdot \cos(2\pi F_P \cdot t)$

$$u_S(t) = k \cdot S_m \cdot U_m \cos(2\pi f_S \cdot t) \cdot \cos(2\pi F_P \cdot t) + k \cdot U_0 \cdot U_m \cos(2\pi F_P \cdot t)$$

$$u_S(t) = \frac{1}{2} k \cdot S_m \cdot U_m \cos[2\pi(F_P + f_S) \cdot t] + \frac{1}{2} k \cdot S_m \cdot U_m \cos[2\pi(F_P - f_S) \cdot t] + k \cdot U_0 \cdot U_m \cos(2\pi F_P \cdot t)$$

نضع :  $A = k \cdot U_0 \cdot U_m$  و  $m = \frac{S_m}{U_0}$  ومنه :  $\frac{1}{2} k \cdot S_m \cdot U_m = \frac{1}{2} k \cdot U_0 \cdot U_m \cdot \frac{S_m}{U_0} = \frac{1}{2} A \cdot m$  و  $f_2 = F_P$  و  $f_1 = f_S + F_P$  و  $f_3 = f_S - F_P$  و

$$u_S(t) = \frac{A \cdot m}{2} \cdot \cos(2\pi f_1 \cdot t) + A \cdot \cos(2\pi f_2 \cdot t) + \frac{A \cdot m}{2} \cdot \cos(2\pi f_3 \cdot t)$$

نحصل على :

### 2-3- قيمة نسبة التضمين $m$ :

انطلاقا من المبيان لدينا :

$$\frac{1}{2}k.S_m.U_m = 0,5 \quad \text{و} \quad kU_0U_m = 2$$

$$\frac{1}{2}k.S_m.U_m = \frac{1}{2}k.m.U_0.U_m$$

$$\frac{\frac{1}{2}k.m.U_0.U_m}{kU_0U_m} = \frac{1}{2}m = \frac{0,5}{2} \Rightarrow m = 0,5$$

قيمة التردد  $f_s$  :

$$f_s = F_p - f_1 \quad \text{أي} \quad f_1 = f_s + F_p$$

انطلاقا من المبيان لدينا :  $F_p = 5 \text{ kHz}$  و  $f_1 = 6,5 \text{ kHz}$

$$\text{أي} : f_s = 6,5 - 5 = 0,5 \text{ kHz} \Rightarrow f_s = 500 \text{ Hz}$$

### 3-3- تحديد $C_0$ سعة المكثف لدارة التوافق :

التردد الخاص لدارة التوافق يكتب :  $f_0 = F_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C_e}}$  أي :  $f_0 = 5 \text{ kHz}$  :  $C_e = \frac{1}{4\pi^2 L F_p^2} = \frac{1}{4\pi^2 \times 60.10^{-3} (6.10^3)^2} = 1,17.10^{-8}$

المكثفان  $C$  و  $C_0$  مركبان على التوالي نكتب :  $\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C_e}$  ومنه  $\frac{1}{C_0} = \frac{1}{C} - \frac{1}{C_e}$

$$C_0 = \frac{C.C_e}{C - C_e} = \frac{1,17.10^{-8} \times 10.10^{-6}}{10.10^{-6} - 1,17.10^{-8}} = 1,17.10^{-8} \text{ F} \Rightarrow C_0 = 11,7 \text{ nF}$$

### الميكانيك

### الجزء الأول : دراسة السقوط الرأسي باحتكاك لكرية

1- إثبات المعادلة التفاضلية :

المجموعة المدروسة : الكرية

جهد القوى :  $\vec{P}$  : وزن الجسم ;  $\vec{F}$  : دافعة أرخميدس ;  $\vec{f}$  : قوة احتكاك المائع

نعتبر المعلم  $(0, \vec{k})$  المرتبط بالأرض غاليليا ، نطبق القانون الثاني لنيوتن :

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{f} = m\vec{a}$$

الإسقاط على المحور  $Oz$  :

$$m.g - \rho_\ell.V_S g - \lambda.v = ma \quad \text{مع} \quad \frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{m}.v = g(1 - \frac{\rho_\ell.V_S}{m})$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{\rho_S.V_S}.v = g(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S})$$

2- قيمة  $a_0$  التسارع عند  $t = 0$  :

$$a_0 = \left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=0} \quad \text{مع} \quad v_0 = 0 \quad \left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=0} + \frac{\lambda}{\rho_S.V_S}.v_0 = g(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S})$$

$$a_0 = g(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S}) = 9,8 \times (1 - 0,15) \Rightarrow a_0 = 8,33 \text{ m.s}^{-2}$$

3- قيمة  $v_\ell$  السرعة الحدية :

$$\frac{dv}{dt} = 0 \quad \text{عند} \quad v = v_\ell = cte$$

$$\frac{\lambda}{\rho_S.V_S}.v_\ell = g(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S})$$

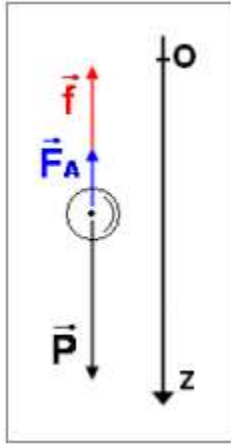
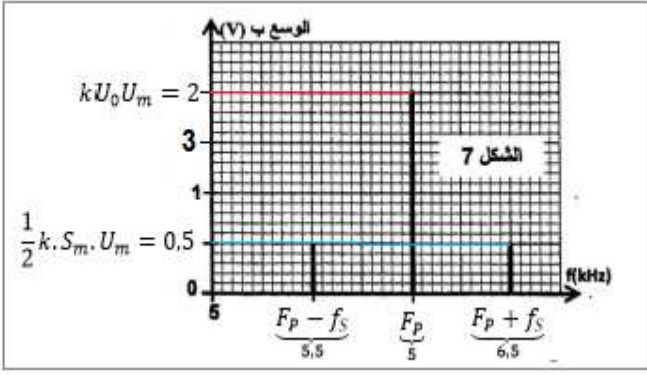
$$v_\ell = \frac{\rho_S.V_S}{\lambda} g(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S}) \Rightarrow v_\ell = \frac{9,8}{12,4} \times (1 - 0,15) \Rightarrow v_\ell = 0,67 \text{ m.s}^{-1}$$

4- إثبات التعبير  $\frac{v_2}{v_1} = 2 - \frac{\Delta t}{\tau}$  :

$$a_0 = g(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S}) \quad \text{مع} \quad a_i = -\frac{1}{\tau}v_i + a_0$$

باستعمال طريقة أولير :  $v_{i+1} = a_i.\Delta t + v_i$

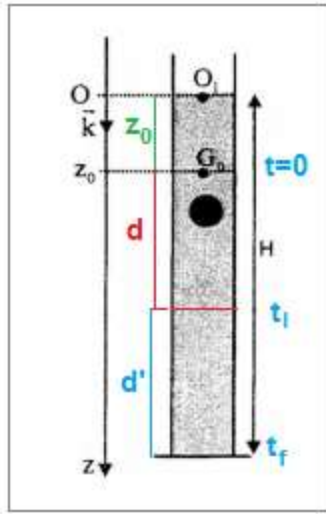
$$\text{ومنه} : v_{i+1} = \left(-\frac{1}{\tau}v_i + a_0\right).\Delta t + v_i = -\frac{v_i}{\tau}.\Delta t + a_0.\Delta t + v_i \Rightarrow \frac{v_{i+1}}{v_i} = 1 - \frac{\Delta t}{\tau} + \frac{a_0}{v_i}.\Delta t$$



$$\frac{v_2}{v_1} = 1 - \frac{\Delta t}{\tau} + \frac{a_0}{v_1} \cdot \Delta t = 1 - \frac{\Delta t}{\tau} + \frac{a_0}{a_0 \cdot \Delta t + v_0} \cdot \Delta t = 1 - \frac{\Delta t}{\tau} + 1 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2 - \frac{\Delta t}{\tau}$$

$$v_1 = a_0 \cdot \Delta t + v_0 = 8,33 \times 8.10^{-3} = 0,067 \text{ m.s}^{-1} : v_1 \text{ حساب}$$

$$v_2 = v_1 \left( 2 - \frac{\Delta t}{\tau} \right) = 0,067 \times \left( 2 - \frac{8.10^{-3}}{12,4} \right) = 0,127 \text{ m.s}^{-1} : v_2 \text{ حساب}$$



5- التاريخ  $t_l$  الذي تأخذ عنده سرعة الكرية القيمة  $0,99 \cdot v_l$  :

$$e^{-\frac{t}{\tau}} = 1 - \frac{v}{v_l} : \text{أي } v = v_l \cdot \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \text{ لدينا}$$

$$\frac{t}{\tau} = -\ln \left( 1 - \frac{v}{v_l} \right) \Rightarrow t = -\tau \cdot \ln \left( 1 - \frac{v}{v_l} \right) : \text{ومنه}$$

$$t_l = -\frac{1}{12,4} \ln(1 - 0,99) \Rightarrow t_l = 0,37 \text{ s} : \text{ت.ع.}$$

6- المسافة  $d$  التي قطعها الكرية خلال النظام الإنتقالي :

$$t_l = 0,37 \text{ s} : \text{ومدته } d : \text{النظام الانتقالي طول مساره}$$

$$d' = v_l \cdot (\Delta t_f - t_l) \text{ (حركة مستقيمة منتظمة) طول مساره}$$

$$t_2 = \Delta t_f - t_l = 1,14 - 0,37 = 0,77 \text{ s} : \text{ومدته}$$

$$H = z_0 + d + d' \Rightarrow d = H - z_0 - d' = H - z_0 - v_l \cdot t_2$$

$$d = 0,796 - 0,03 - 0,67 \times 0,77 \Rightarrow d = 0,25 \text{ m} : \text{ت.ع.}$$

## الجزء الثاني : الدراسة الطاقية لنواس مرن

1- تعبير الإطالة  $\Delta \ell_0$  عند التوازن :

المجموعة المدروسة : الكرية

جهد القوى :  $\vec{P}$  : وزن الكرية ،  $\vec{R}$  : تأثير السطح ،  $\vec{T}$  : توتر النابض

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0} : \text{نطبق القانون الأول لنيوتن}$$

الإسقاط على المحور  $Ox$  :

$$mg \cdot \sin \alpha - K \cdot \Delta \ell_0 = 0 : \text{أي } P_x + R_x + T_x = 0$$

$$\Delta \ell_0 = \frac{m \cdot g \cdot \sin \alpha}{K} : \text{وبالتالي}$$

1-2 تعبير  $E_p$  طاقة الوضع للمتذبذب :

$$E_p = E_{pe} + E_{pp} \text{ لدينا}$$

$$cte = -\frac{1}{2} K \cdot \Delta \ell_0^2 : \text{وبالتالي عند } x = 0 \text{ الحالة المرجعية } E_{pe} = 0 \text{ عند } E_{pe} = \frac{1}{2} K (\Delta \ell_0 + x)^2 + cte$$

$$E_{pe} = \frac{1}{2} K (\Delta \ell_0 + x)^2 - \frac{1}{2} K \cdot \Delta \ell_0^2 : \text{تعبير } E_{pe} \text{ يصبح}$$

$$cte = 0 : \text{ومنه عند } z = 0 \text{ الحالة المرجعية } E_{pp} = 0 \text{ عند } E_{pp} = m \cdot g \cdot z + cte$$

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha = K \cdot \Delta \ell_0 \text{ و } z = -x \cdot \sin \alpha \text{ مع } E_{pp} = m \cdot g \cdot z$$

$$E_{pp} = -m \cdot g \cdot x \cdot \sin \alpha = -K \cdot x \cdot \Delta \ell_0 : \text{تعبير } E_{pp} \text{ يصبح}$$

$$E_p = \frac{1}{2} K (\Delta \ell_0 + x)^2 - \frac{1}{2} K \cdot \Delta \ell_0^2 - K \cdot x \cdot \Delta \ell_0 = \frac{1}{2} K \cdot \Delta \ell_0^2 + K \cdot x \cdot \Delta \ell_0 + \frac{1}{2} K \cdot x^2 - \frac{1}{2} K \cdot \Delta \ell_0^2 - K \cdot x \cdot \Delta \ell_0$$

$$E_p = \frac{1}{2} K \cdot x^2$$

2-2 المعادلة التفاضلية التي يحققها الافصول  $x$  :

$$E_m = \frac{1}{2} m \cdot \dot{x}^2 + \frac{1}{2} K x^2 \text{ لدينا } E_m = E_c + E_p \text{ ومنه}$$

$$m \cdot \dot{x} \cdot \ddot{x} + K \cdot x \cdot \dot{x} = 0 : \text{أي } \frac{dE_m}{dt} = 0 \text{ بانحفاظ الطاقة الميكانيكية نكتب}$$

$$\ddot{x} + \frac{K}{m} x = 0 : \text{المعادلة التفاضلية تكتب}$$

1-3-2-3-2 قيمة الصلابة  $K$  والوسع  $X_m$  و الطور  $\varphi$  :



-صلابة النابض  $K$  :

تعبير الدور الخاص :  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$  أي  $T_0^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{K}$  ومنه  $K = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2}$

حسب مبان الشكل 2 لدينا الدور الطاقى  $T = 0,2 s$  نعلم أن  $T_0 = 2T = 0,4 s$

$$K = \frac{4 \times 10 \times 0,1}{0,4^2} = 25 \text{ N.m}^{-1} \text{ ت.ع.}$$

-الوسع  $X_m$  :

لدينا  $E_{P \max} = \frac{1}{2} K X_m^2$  وبالتالي  $X_m^2 = \frac{2 \cdot E_{P \max}}{K}$  نستنتج  $X_m = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{P \max}}{K}}$

حسب المبيان لدينا  $E_{P \max} = 5 \cdot 10^{-3} J$

$$X_m = \sqrt{\frac{2 \times 5 \cdot 10^{-3}}{25}} = 0,02 \text{ m} \Rightarrow X_m = 2 \text{ cm} \text{ ت.ع.}$$

-الطور  $\varphi$  :

لدينا  $E_P(t=0) = \frac{1}{2} K \cdot x^2 = \frac{1}{2} K \cdot X_0^2$  عند  $t=0$  نكتب :

$$X_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot E_P(t=0)}{K}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,25 \cdot 10^{-3}}{25}} = 0,01 \text{ m} \text{ ومنه :}$$

$$\cos \varphi = \frac{X_0}{X_m} = \frac{0,01}{0,02} = \frac{1}{2} \text{ أي } x(t=0) = X_m \cos \varphi = X_0$$

$$\varphi = \pm \frac{\pi}{3} \Leftrightarrow \frac{1}{2}$$

بما ان  $V_0 = \dot{x}(t=0) = -X_m \frac{2\pi}{T_0} \sin \varphi < 0$  وبالتالي :  $\varphi = \frac{\pi}{3}$

2-3-2-تعبير السرعة  $V_0$  :

باعتبار انحفاظ الطاقة الميكانيكية نكتب :

$$E_m = \frac{1}{2} m \cdot \dot{x}^2 + \frac{1}{2} K x^2 = cte$$

عند اللحظة  $t=0$  الطاقة الميكانيكية تكتب :

$$E_m = \frac{1}{2} m \cdot V_0^2 + \frac{1}{2} K X_0^2$$

عند الموضع  $x = X_m$  نكتب :

$$E_m = \frac{1}{2} K X_m^2$$

$$\frac{1}{2} m \cdot V_0^2 + \frac{1}{2} K X_0^2 = \frac{1}{2} K X_m^2 \Rightarrow m \cdot V_0^2 = K(X_m^2 - X_0^2) \Rightarrow V_0^2 = \frac{K}{m} \cdot \left( X_m^2 - \left( \frac{X_m}{2} \right)^2 \right) = \frac{3K}{4m} \cdot X_m^2$$

$$V_0 = X_m \cdot \sqrt{\frac{3K}{4m}} \Rightarrow V_0 = \frac{X_m}{2} \cdot \sqrt{\frac{3K}{m}}$$

